

Quenzel, Irmina; Mai, Norbert

Kinematische Analyse von Schreibbewegungen im Erstschreibunterricht

Unterrichtswissenschaft 28 (2000) 4, S. 290-303



Quellenangabe/ Reference:

Quenzel, Irmina; Mai, Norbert: Kinematische Analyse von Schreibbewegungen im Erstschreibunterricht - In: Unterrichtswissenschaft 28 (2000) 4, S. 290-303 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-54751 - DOI: 10.25656/01:5475

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-54751>

<https://doi.org/10.25656/01:5475>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Unterrichtswissenschaft

Zeitschrift für Lernforschung

28. Jahrgang / 2000 / Heft 4

Irmina Quenzel, Norbert Mai:
Kinematische Analyse von Schreibbewegungen
im Erstschriftunterricht 290

Gero Tacke:
Die Lese-Rechtschreibleistungen werden immer schlechter –
Tatsache oder Legende? 304

Ludwig Haag, Hanns-Dietrich Dann, Theodor Diegritz,
Carl Fürst, Heinz S. Rosenbusch:
Quantifizierende und interpretative Analysen des
schulischen Lernens in Gruppen 334

Michael Pfitzner, Wolfgang Schoppek:
Gemeinsamkeiten und Diskrepanzen in der Bewertung
von Unterrichtsstörungen durch Lehrer und Schüler –
eine empirische Untersuchung 350

Berichte und Mitteilungen 379

Buchbesprechungen 381

Irmina Quenzel, Norbert Mai

Kinematische Analyse von Schreibbewegungen im Erstschreibunterricht

Kinematic Analysis of Handwriting Movements
in Teaching First-Grade Students

Die Automation von Schreibbewegungen ist ein zentrales Merkmal geübten, flüssigen Schreibens. In der vorliegenden Arbeit wurde mittels eines digitalen Schreibbrettes die Schrift von Grundschulern mit der routinierter erwachsener Schreiber verglichen. Es zeigt sich, daß Kinder zu Beginn des Schreibunterrichtes bereits über die Kompetenz zu automatisierter Ausführung einfacher Schreibbewegungen verfügen, diese jedoch beim Schreiben von Buchstaben noch nicht einsetzen. Weiterhin erweist sich, daß bei der Vorgabe von horizontalen Begrenzungslinien, wie es im Erstschreibunterricht üblich ist, sowohl Kinder als auch Erwachsene nicht mehr flüssig (automatisiert) schreiben. Zur Größenanpassung einfacher Schreibfiguren (Ovale) an vorgegebene Maße (vertikale Balken) sind Kinder auch ohne Vorgabe von Linien fähig. Es stellt sich die Frage, ob das im herkömmlichen Schreibunterricht verwendete Liniensystem die Entwicklung automatisierten und damit flüssigen Schreibens nicht eher behindert und ob bereits vorhandene Fertigkeiten von Kindern im schulischen Schreibunterricht ausreichend erkannt, genutzt und gefördert werden.

Automatic handwriting movements are a central characteristic of skilled, fluent writing. In this study the handwriting performance of first-grade students was compared to that of skilled adult writers utilizing a digitizing tablet. It was found that children starting to learn to write already have the ability to perform simple writing movements automatically, yet they do not apply them when writing letters. It was also shown, that both children and adults no longer wrote fluently (automatically) when horizontal guidelines were provided, as it is usual in initial writing tuition. Children are also capable of writing simple graphic forms (ovals) of the same height as a predetermined measure (a vertical bar) without guides. The question arises, whether for the teaching of writing in school at present the use of guidelines is a hindrance for the learning of writing, and whether it would be better in school writing lessons, if skills, children already have, would be better recognized, utilized and promoted.

1. Einleitung

Schreiben gehört zu den grundlegenden Kulturtechniken. Die fortschreitende Verbreitung elektronischer Textverarbeitungssysteme wird dennoch die Handschrift als jederzeit ohne apparativen Aufwand verfügbare Methode, Gedachtes, Gehörtes oder Erlebtes festzuhalten, nicht verdrängen. Die Aussage Grünwalds von 1970: „Es gibt keine technische Neuerung, die mit so wenig Aufwand zu jeder Zeit und an jedem Ort einsatzbereit ist, wie unsere Schreibhand.“, besitzt unverändert Gültigkeit (Grünwald, 1970; S.VII).

Im Schreibunterricht ist Kindern neben der inhaltlichen sprachlichen Komplexität von Schriftsprache auch der Erwerb einer lesbaren Handschrift zu vermitteln, wofür motorische Fertigkeiten erworben werden müssen. Gelingt es, das motorische Schreibenlernen zu erleichtern, können Kinder mehr Konzentration auf die inhaltlichen Aspekte des Schriftspracherwerbs aufwenden.

In mehreren Lehrplänen wird die Druckschrift (DS) als Erstschrift für besonders geeignet gehalten. Als Schreibschrift werden entweder im Anschluß an die Unterrichtung in DS oder gleich als Erstschrift die Lateinische Ausgangsschrift (LA), die Vereinfachte Ausgangsschrift (VA) oder die Schulausgangsschrift (SAS) eingesetzt (Igl, 1998).

Lange Zeit wurden Kinder zum Schreibenlernen mit der LA (1953 verbindlich eingeführt) unterrichtet, obwohl Begründungen oder empirische Belege für die Zweckmäßigkeit dieser Schriftart kaum zu finden sind (Mai, 1994). Zwar übte bereits der Iserlohner Schreibkreis (1951 -1965) Kritik an den bisherigen Methoden und entwickelte das Konzept der „Bewegungsmethode“ (Lämmel, 1960), jedoch erst die Forschungsarbeiten von Grünewald (1970) mit dem Ziel „Schriftspur zurückzuverwandeln in Bewegung und diese auf bestimmte Gesetzmäßigkeiten hin zu untersuchen“ wirkten sich auf die Praxis aus durch die von der Arbeitsgemeinschaft Schreiberziehung (AGS) entwickelte VA. Allerdings gibt es keine belastbaren empirischen Belege für die Überlegenheit der VA über die LA (Topsch, 1996).

Das im herkömmlichen Schreibunterricht verwendete Liniensystem wurde bereits 1923 von Legrün infrage gestellt, da es die „freie Auffassung und Darstellung von Schriftformen und Größen“ verhindere. Auch für die Zweckmäßigkeit von Begrenzungslinien fehlen empirische Belege.

Seit Ende der siebziger Jahre ist es durch die technische Entwicklung von graphischen Tablett (Digitizer) möglich geworden, Schreibbewegungen zu registrieren und kinematische Analysen der Schreibbewegungen durchzuführen (Teulings und Thomassen, 1979). Aufgrund der Verwendung von graphischen Tablett erschien in den letzten Jahren eine Fülle von Untersuchungen über die motorischen und kognitiven Grundlagen des Schreibens (z.B: Faure' et al. 1994, Colla et al., 1997), die erst in neuester Zeit in die Diskussion zur Reformierung des schulischen Schreibunterrichtes eingehen.

Erkenntnisse zur Schreibentwicklung konnten auch aus der neurologischen Forschung gewonnen werden. Mai und Marquardt (1995b) stellten bei Patienten mit motorischen Schreibstörungen fest, daß häufig bei einfachen schreibähnlichen Bewegungen, wie etwa beim „Kritzeln“, die Kompetenz zu flüssigen, automatisierten Schreibbewegungen erhalten war. Diese Fertigkeiten setzten die Patienten jedoch beim Schreiben von Buchstaben und Wörtern nicht ein. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Schreibtraining entwickelt, bei dem vorhandene Fertigkeiten gezielt herausgearbeitet und systematisch gefördert werden.

In Anlehnung an diese Methodik, nämlich der Suche nach vorhandenen Schreibkompetenzen, wurde von Quenzel (1994) untersucht, wie sich die Schreibbewegungen routinierter von denen ungeübter Schreiber (Erstkläßler) unterscheiden. Insbesondere wurde ermittelt, ob Kinder zu Beginn des Erstschreibunterrichtes bereits über motorische Grundfertigkeiten verfügen, die im Schreibunterricht genutzt werden können. Über die Ergebnisse wird im folgenden berichtet. Daraus könnten neue Aspekte für die Konzeption des Schreibunterrichtes hinsichtlich der Motorik gewonnen werden. Den wichtigen Einfluß sprachlicher Strukturen (z.B. Silbentrennung) auf das handschriftliche Schreiben untersuchen z.B. Nottbusch et al. (1999). In der vorliegenden Arbeit wird dem motorischen Aspekt nachgegangen.

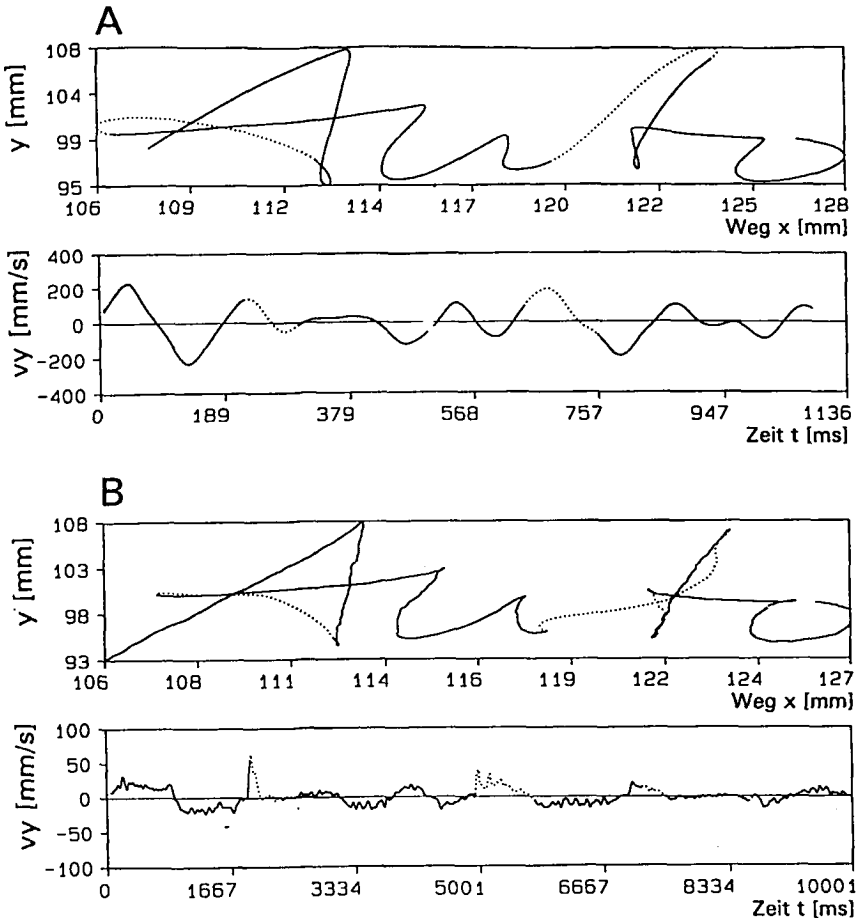
2. Registrierung von Schreibbewegungen

Für die Weiterentwicklung des Schreibunterrichtes sind Kenntnisse über die motorischen Grundlagen der Schreibbewegung von Bedeutung. Zur Erfassung von Schreibbewegungen stehen „graphische Tablett“ (Digitizer) zur Verfügung, mit deren Hilfe sich die mit Schreibbewegungen verbundenen physikalischen Größen (Druck, Geschwindigkeit, Beschleunigung) quantitativ erfassen lassen (Wann, 1991). Damit ergibt sich die Möglichkeit, qualitative Aspekte von Schreibbewegungen zu operationalisieren. Zum Beispiel kann flüssiges und routiniertes (automatisiertes) Schreiben von kontrollierten oder gestörten Schreibbewegungen unterschieden werden. Die „Automation“ läßt sich durch die Geschwindigkeitsänderungen während der Schreibbewegung charakterisieren (Mai und Marquardt, 1995a): Als wesentliches Kriterium wird die Anzahl der Richtungsinversonen der Geschwindigkeit pro Auf- und Abstrich (NIV, Number of Inversions in Velocity) herangezogen. Für automatisierte Bewegungen ergibt sich idealerweise nur eine Geschwindigkeitsinversion ($NIV=1$) innerhalb einer Auf- oder Abbewegung (Mai et al., 1997). Vergleicht man beispielsweise die Bewegungen geübter Schreiber beim freien Schreiben und beim Nachziehen des vorher Geschriebenen, so zeigen sich unterschiedliche Geschwindigkeitsverläufe (Abb.1).

In Abbildung 1 ist die Registrierung der Schreibbewegung eines routinierten Schreibers (A) wiedergegeben. Dieser Schreiber benötigt unter der Instruktion, sein normales Schreibtempo zu verwenden, für das Wort „Auto“ eine Zeit von 1140 ms (= Millisekunden). Die zugehörige Geschwindigkeitskurve (das Symbol „vy“ bezeichnet die Geschwindigkeitskomponente in y-Richtung) weist während einer Auf- oder Abbewegung ein eingipfliges Geschwindigkeitsprofil mit mittleren Maximalgeschwindigkeiten von 146 mm/s und glattem und fast symmetrischem Verlauf auf. Die Bewegung wird bei einem Auf- oder Abstrich zunächst bis zum Erreichen der maximalen Geschwindigkeit beschleunigt und danach bis zum Ende des Bewegungsabschnittes abgebremst. Ganz anders wird die Bewegung beim Nachziehen desselben Schriftzuges (B) ausgeführt. Dafür benötigt derselbe Schreiber 10000 ms. Die erreichten maximalen Geschwindigkeiten sind deutlich geringer (im Durchschnitt 18.5 mm/s) als beim normalen Schreiben. Auch die

Abbildung 1:

Unterschied zwischen (A) automatisierten und (B) kontrollierten Schreibbewegungen. Bei den kontrollierten Bewegungen sollte das zuvor frei geschriebene Wort nachgezogen werden. Anstelle des glatten Geschwindigkeitsverlaufs in (A) ist das Nachzeichnen (B) durch zahlreiche Richtungswechsel innerhalb einzelner Auf- und Abstriche und deutlich niedrigere Geschwindigkeitsspitzen gekennzeichnet.



Geschwindigkeitskurve zeigt einen völlig anderen Verlauf, nämlich statt des glatten, eingipfligen Verlaufs treten Unregelmäßigkeiten auf, die durch häufige Wechsel zwischen Beschleunigen und Abbremsen der Bewegung bedingt sind.

Bereits dieses Beispiel demonstriert, daß flüssiges Schreiben und Nachziehen durch unterschiedliche Bewegungsmuster gekennzeichnet sind. Das Nachziehen wird durch visuelle Kontrolle der Bewegung des Schreibstiftes gesteuert, weshalb die Bewegung jederzeit änderbar ist. Normale flüssige Schreibbewegungen werden jedoch mit so hohen Geschwindigkeiten vollzo-

gen, daß sie mit den Augen nicht mehr verfolgt werden können (Mai, 1993). Es ist ein Kennzeichen automatisierter Bewegungen, daß ihr Ablauf vor der Ausführung geplant und so schnell vollzogen wird, daß während der Ausführung visuelles feedback nicht mehr erforderlich ist. Der visuellen Kontrolle beim flüssigen Schreiben unterliegt lediglich die Anordnung der Wörter auf dem Papier (z.B. Abstände zwischen den Wörtern, Randabstände, Zeilenabstände). Nachführbewegungen (Tracking) dagegen unterliegen einer dauernden Kontrolle und zeigen daher ständige Wechsel zwischen Beschleunigen und Abbremsen (Mai und Marquardt, 1995a).

3. Fragestellung

Es geht in der vorliegenden Untersuchung um die Frage, ob Kinder, die erst schreiben lernen, einfache Schreibbewegungen (einzelne Striche, Ovale und die Buchstabenkombination „ll“ in Schreibschrift (Doppelschleifen)) anders ausführen als routinierte erwachsene Schreiber, und inwieweit solche einfachen Schreibbewegungen automatisiert ausgeführt werden. Weiterhin wird untersucht, ob durch die Instruktion, Begrenzungslinien genau einzuhalten, der Einsatz automatisierter Schreibbewegungen behindert wird, und inwieweit auch Grundschulkinder zu Beginn des Schreibunterrichts in der Lage sind, ohne solche Hilfslinien einfache Schreibfiguren ausreichend zu skalieren.

4. Methode

Zur Registrierung der Schreibbewegungen wurde ein graphisches Tablett (Fa. TDS, ZedPEN Modell LCA3) verwendet, das an einen Personal-Computer (PC 386, 25 MHz) angeschlossen war. Registrierung und Analyse der Daten erfolgte mit einem Programmsystem zur computerunterstützten Analyse von Schreibbewegungen (Programm CS, Mai und Marquardt, 1993). Die Versuchspersonen schreiben dabei mit einem speziellen Stift, in den eine Kugelschreibermine eingebaut ist, auf einem Blatt Papier, das dem graphischen Tablett aufliegt. Während des Schreibens werden die x-y-Koordinaten der Spitze des Schreibstiftes mit einer räumlichen Auflösung von 0.05 mm und einer zeitlichen Auflösung von 200 Datenpunkten pro Sekunde erfaßt. Die Datenregistrierung erfolgt auch dann, wenn der Stift abgehoben wird und sich in einem Bereich bis ca. 1 cm über der Schreibfläche befindet. Die Messung der x-y-Koordinaten an aufeinanderfolgenden Zeitpunkten ergibt eine Ortskurve, aus der die zugehörigen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen berechnet werden können. Um systematische Fehler in den Geschwindigkeits- und Beschleunigungskurven zu reduzieren, werden im Programmsystem CS spezielle Glättungsverfahren eingesetzt, die nonparametrische Regressionsmethoden (Kernschätzer) verwenden. Die Wahl angemessener Glättungsverfahren ist für die Berechnung der Geschwindigkeitskurven außerordentlich bedeutsam, da bereits sehr kleine, unvermeidbare Fehler bei der Registrierung der Stiftpositionen zu erheblichen Fehlern in den abgeleite-

ten Geschwindigkeitssignalen führen können. Für die gewählten Verfahren konnte gezeigt werden, daß die resultierenden Fehler bei der Bestimmung des Geschwindigkeitssignals extrem klein sind und sicher vernachlässigt werden können (Marquardt und Mai, 1994).

5. Aufgaben

Zur Untersuchung der Fragestellung führten alle Versuchspersonen eine Reihe einfacher Schreibbewegungen aus. Die Versuchspersonen wurden instruiert, mit normaler Schreibgeschwindigkeit und in einer ihnen angenehmen Größe zu schreiben. Folgende Testaufgaben wurden gestellt:

1) Wiederholte Produktion der Doppelschleifen auf einem Blatt Papier ohne Zeilenvorgabe. Für die Ausführung standen 10 s zur Verfügung, die Aufnahmezeit begann, wenn der Stift auf das Papier aufgesetzt wurde.

2) Produktion übereinandergeschriebener Ovale in ähnlicher Schreibgröße wie die zuvor produzierten Doppelschleifen. Aufnahmezeit 3 s.

3) Wiederholte Produktion isolierter vertikaler Abstriche. Aufnahmezeit 3 s.

4) Wiederholte Produktion vertikaler Abstriche (wie in Aufgabe 3), jedoch sollten diesmal die Abstriche genau zwischen vorgegebene horizontale Linien (Abstand 12 mm) plaziert werden. In der Instruktion wurde betont, daß die Striche nicht über die Linien hinaus gezogen werden sollten. Aufnahmezeit 10 s.

5) Produktion übereinandergeschriebener Ovale wie in Aufgabe 2, nur sollten diesmal Ovale in zwei verschiedenen Größen geschrieben werden. Die Maße waren nicht durch horizontale Begrenzungslinien sondern durch vertikale Balken von 6 mm und 12 mm Länge vorgegeben. In der Instruktion wurde die Flüssigkeit der Bewegung und nicht das genaue Einhalten der Größenvorgaben verlangt. Die Aufnahmezeit betrug für jede Größenvorgabe 3 s.

6. Stichprobe

Die Untersuchungen wurden mit 14 Kindern zu Beginn der ersten Grundschulklasse (6 Mädchen, 8 Jungen, Alter 6 bis 7 Jahre, Mittelwert 6.8 Jahre) und 10 Erwachsenen (Studenten, 5 Frauen, 5 Männer, Alter 23 bis 33 Jahre, Mittelwert 27.5 Jahre) durchgeführt. Alle Personen schrieben mit der rechten Hand und gaben an, Rechtshänder zu sein. Die Untersuchung erfolgte mit Genehmigung des Regierungsschuldirektors der Regierung von Oberbayern.

7. Durchführung

Die Untersuchung der Schüler fand in einem separaten Raum einer Münchner Grundschule, die der Erwachsenen in den Räumen der EKN (Entwick-

lungsgruppe klinische Neuropsychologie des Städtischen Krankenhauses München - Bogenhausen) statt. Die Dauer einer Sitzung betrug für Kinder 20 bis 30 Minuten, für Erwachsene 15 bis 20 Minuten. Für die einzelnen Schreibaufgaben standen unlinierte Blätter zur Verfügung. Die geforderten Figuren sollten mit normaler Schreibgeschwindigkeit und in gewohnter, angenehmer Größe geschrieben werden. In der Instruktion wurde ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es nicht auf die Schönheit der Schrift ankäme sondern auf die Flüssigkeit der Schreibbewegung. Vor jeder Aufgabe wurde die geforderte Figur einmal vorgeführt, und jede Versuchsperson hatte Gelegenheit, die jeweilige Figur auf einem gesonderten Blatt einige Male auszuprobieren.

8. Auswertung

Die mit dem digitalen Schreibbrett aufgezeichneten Rohdaten wurden auf einem Datenträger (Diskette) gespeichert und später ausgewertet. Analysiert wurden folgende Parameter:

- 1) Maximale Geschwindigkeit in y-Richtung, v_y in mm/s
- 2) Anzahl der Geschwindigkeitsmaxima (Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen, NIV, Number of Inversions in Velocity).

Die produzierten Figuren, wie auch Schrift, variieren hauptsächlich in y-Richtung, weshalb die Schreibgeschwindigkeiten nur in y-Richtung betrachtet werden.

Die Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen ist ein geeignetes Kriterium für die Automation einer Bewegung; Bewegungen sind dann automatisiert, wenn die Geschwindigkeitskurven innerhalb einer Auf- oder Abbewegung nicht mehr als zwei Inversionen aufweisen.

Da die Probanden während der Aufnahmezeit in der Regel mehrere Figuren produzierten, wurden die jeweiligen Verläufe (z.B. alle Abstriche der Aufgabe 3) für jeden Probanden gemittelt. Die Auswertung fand anhand dieser Mittelwerte statt.

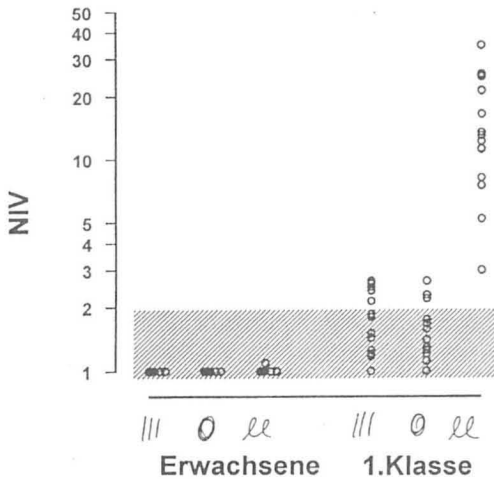
9. Ergebnisse

9.1 Nutzung motorischer Fertigkeiten

Inwieweit nutzen Kinder ihre vorhandenen motorischen Kompetenzen beim Schreiben? Um dies zu prüfen, wurden Bewegungsverläufe bei der Produktion von isolierten Abstrichen, von Ovalen und einer den Ovalen sehr ähnlichen Bewegung, dem Schreiben der Buchstabenkombination „ll“ in Schreibschrift (Doppelschleifen), miteinander verglichen.

Abbildung 2:

Kinematische Analysen isolierter Abstriche, Ovale und der Buchstabenkombination „ll“ in Schreibschrift (Doppelschleifen) bei Erwachsenen und Kindern. Die mittlere Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen (NIV) pro Auf- und Abbewegung ist dargestellt. Bei Erwachsenen sind Auf- und Abbewegung immer durch eingipflige Geschwindigkeitskurven charakterisiert (nur ein Richtungswechsel in der Geschwindigkeitskurve). Mehr als der Hälfte der Kinder (1.Klasse) gelingt es, isolierte Abstriche und Ovale automatisiert auszuführen. Dagegen setzt keines der Kinder diese Kompetenz, automatisierte Bewegungen auszuführen, bei der Produktion der Doppelschleifen ein. Alle Kinder liegen dabei mit zahlreichen Geschwindigkeitsinversionen weit außerhalb des Normbereichs.



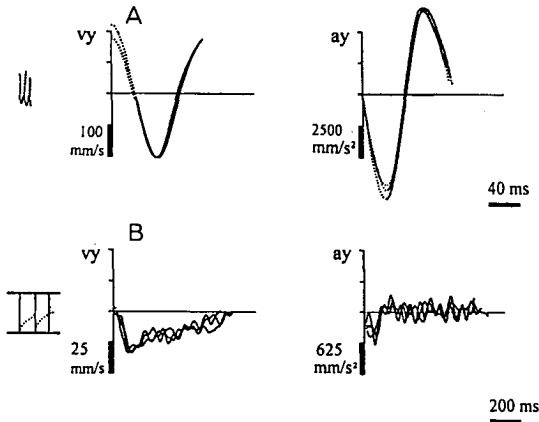
In der Abbildung 2 ist die Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen (NIV) der produzierten Figuren für beide Gruppen (Erwachsene, Erstkläßler), jeweils gemittelt über die wiederholten Bewegungen jedes Probanden, aufgetragen. Die gestrichelte Linie zeigt den Toleranzbereich (zwei Geschwindigkeitsinversionen pro Auf- oder Abbewegung), bei dem eine Bewegung noch als automatisiert gewertet wird. Alle untersuchten Erwachsenen erfüllten bei allen Figuren (Abstriche, Ovale, Doppelschleifen) die Kriterien automatisierter Bewegungen, denn die Werte aller Probanden lagen im Toleranzbereich. Über die Hälfte der Kinder der ersten Klasse nämlich 8 von 14 konnten isolierte Striche automatisiert ausführen. Ihr Medianwert der NIV lag mit 1.8 Geschwindigkeitsinversionen im Toleranzbereich. Bei den Ovalen führten 3 von 14 Kindern automatisierte Bewegungen aus. Hier betrug der Medianwert der NIV 1.29. Die nicht-automatisierten Bewegungen lagen mit maximal 2.6 Geschwindigkeitsinversionen ziemlich nahe am Toleranzbereich. Die Doppelschleifen wurde dagegen von keinem Kind flüssig, automatisiert geschrieben. Der Medianwert der NIV lag bei 12.6. Die Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen lag mit maximal 28.3 sehr hoch. Diese Ergebnisse zeigen, daß Kinder ihre offensichtliche Kompetenz, automatisierte Bewegungen auszuführen, die sie bei der Produktion von Ovalen einsetzen, jedoch beim Schreiben der ähnlichen Figuren, der Doppelschleifen, nicht einsetzen.

9.2 Einfluß von Begrenzungslinien auf die Schreibbewegung

Der Einfluß der Instruktion, Begrenzungslinien genau zu beachten, läßt sich durch den Vergleich der Bewegungsausführungen in Aufgabe 3 (Abstriche ohne Linienvorgabe) und Aufgabe 4 (Abstriche mit Linienvorgabe) beurteilen. Vergleicht man die Leistungen eines routinierten Schreibers (Abb.3) unter beiden experimentellen Bedingungen, zeigen sich zwei unterschiedliche Bewegungsmuster. Der Schreiber benötigt für jeden der Abstriche ohne Linienvorgabe (A) 120 ms. Die dazugehörigen Geschwindigkeitskurven verlaufen gleichförmig mit Spitzengeschwindigkeiten von 200 mm/s und wei-

Abbildung 3:

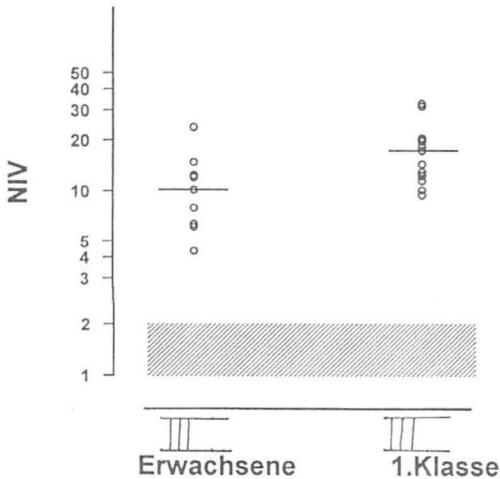
Kinematische Analyse isolierter Striche, die von einem routinierten Schreiber (A) frei oder (B) unter der Instruktion, Begrenzungslinien genau zu beachten, produziert wurden. Für jeweils 3 Abstriche wurden die zugehörigen Geschwindigkeits- (v_y) und Beschleunigungskurven (a_y) übereinandergezeichnet. Die Kurven liegen exakt übereinander. Dies belegt, daß frei produzierte Striche automatisiert ausgeführt werden und die Bewegungen präzise repliziert werden. Striche, die zwischen Begrenzungslinien platziert wurden, führen dagegen zu kontrollierten, nicht-automatisierten, Bewegungen. Jede Bewegung wird unterschiedlich ausgeführt, und die dazugehörigen Geschwindigkeitskurven weisen viele Geschwindigkeitsinversionen innerhalb einer Abbewegung auf.



sen ein singuläres Maximum und damit nur eine Geschwindigkeitsinversion auf. Die Bewegung wird von Strich zu Strich genau repliziert, alle Ausführungen weisen die gleichen Geschwindigkeitsverläufe auf. In deutlichem Kontrast dazu zeigen die Geschwindigkeitskurven bei Abstrichen, die zwischen zwei Linien gezogen wurden (B), einen sehr unregelmäßigen Verlauf. Jede Geschwindigkeitskurve hat zahlreiche lokale Maxima, d.h. viele Geschwindigkeitsinversionen. Diese völlig andere Bewegungsausführung wird auch in den niedrigen Geschwindigkeitsmaxima von durchschnittlich 30 mm/s deutlich. Zudem haben die übereinandergelegten Kurven nicht denselben Verlauf. Alle Abstriche, die genau zwischen den Linien platziert wurden, wurden mit einem etwas anderen Bewegungsablauf ausgeführt.

Abbildung 4:

Zahl der Geschwindigkeitsinversionen (NIV) bei Abstrichen unter der Instruktion, Begrenzungslinien genau zu beachten, bei Erwachsenen und Kindern (1.Klasse). Die Abbildung zeigt, daß unter dieser Bedingung sowohl Erwachsene als auch Kinder Bewegungen ausführen, die extrem viele Geschwindigkeitsinversionen aufweisen. Unter dieser Instruktion führen Erwachsene und Kinder nicht-automatisierte (kontrollierte) Bewegungen aus.



In Abbildung 4 ist die Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen (NIV) pro Abstrich für alle Versuchspersonen der untersuchten Gruppen (Erwachsene und Erstkläßler), jeweils gemittelt über die wiederholten Abstriche jedes Probanden, wiedergegeben. Die Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen variiert zwischen 5.5 und 39.5. Die Gruppenmediane der NIV liegen bei 11.4 (Erwachsene) und 17.6 (Erstkläßler).

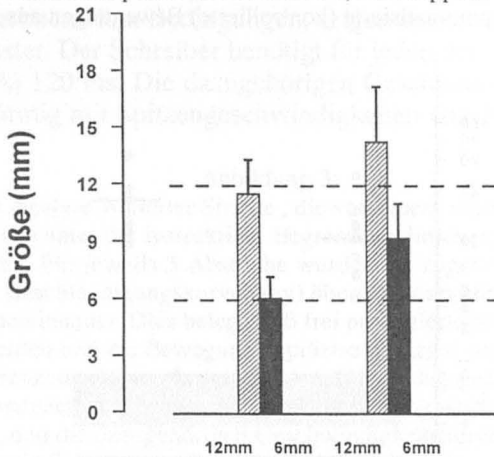
Unter der Instruktion, die Begrenzungslinien genau zu beachten, zeigt also keiner der routinierten Schreiber und keines der Kinder eine Bewegung, die als automatisiert eingestuft werden kann. Die nicht-automatisierte Bewegungsführung bei der Einhaltung vorgegebener Linien ist für routinierte Schreiber wie für Kinder gleichermaßen typisch.

9.3 Größenanpassung

Die in Abschnitt 9.2 geschilderten Ergebnisse zeigen, daß sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen die strikte Einhaltung von Hilfslinien eine kontrollierte Bewegung provoziert. Daher wurde überprüft, ob Kinder ihre Schrift auch ohne Hilfslinien in der Größe variieren können und ob sie dabei automatisierte Bewegungen einsetzen. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurden vertikale Balken in unterschiedlicher Länge (12mm, 6mm) vorgegeben, nach denen sie die Größe der Kringel richten sollten (Aufgabe 4). Es wurde der Geschwindigkeitsverlauf jeweils während der gesamten Aufnahmezeit (3 s) ausgewertet.

Abbildung 5:

Mittlere Anzahl der Größen von produzierten Ovalen bei den Größenvorgaben 12 mm und 6 mm. Kindern (1. Klasse) gelingt die Größenanpassung. Sie liegen jedoch im Durchschnitt etwas über dem vorgegebenen Maß. Erwachsenen gelingt die Skalierung bei der Vorgabe von 6 mm exakt. Bei der Vorgabe von 12 mm produzieren sie Ovale, die knapp unter der Solllinie liegen.



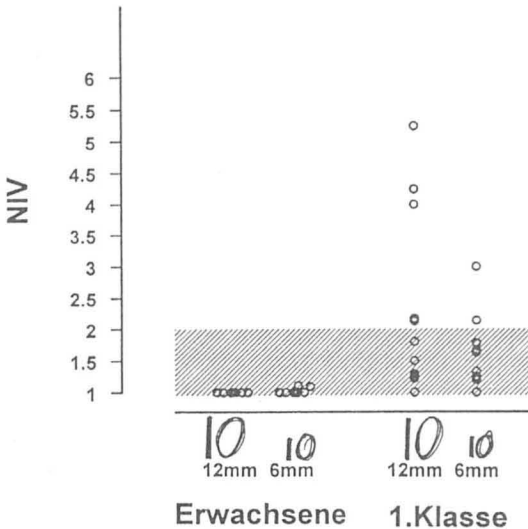
Erwachsene 1.Klasse

In Abbildung 5 sind die Mediane der Größen der produzierten Ovale und die jeweiligen Standardabweichungen dargestellt. Wie die Grafik zeigt, schreiben Erwachsene die Ovale im Mittel etwas kleiner als vorgegeben. Die Ovale der Grundschüler liegen dagegen etwas über der vorgegebenen Größe. Jedoch sind die Schriftgrößen beider Gruppen annähernd korrekt an die vorgegebenen Größen angepaßt. Kinder können ihr Schrift also vorgegebenen Maßen anpassen, auch wenn Begrenzungslinien nicht vorgegeben sind.

Aus diesen Ergebnissen ergibt sich eine weitere Frage: Können Kinder bei der Anpassung der Ovale an eine vorgegebene Größe automatisiert schreiben, oder geht die Kontrolle der Größe auf Kosten der automatisierten Bewegungsausführung? Abbildung 6 zeigt die Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen beider untersuchten Gruppen (Erwachsene, Erstkläßler), wenn Ovale von 12mm und 6mm Größe produziert wurden. Der Toleranzbereich, bis 2 Geschwindigkeitsinversionen, innerhalb dessen eine Bewegung noch als automatisiert angesehen wird, ist als schraffierte Fläche markiert. Alle Erwachsenen führten diese Aufgabe automatisiert aus. Auch die Leistungen der Kinder lagen weitgehend im Toleranzbereich. Bei der Vorgabe von 6mm langen Balken produzierten 12 von 14 Kindern und bei der Vorgabe von 12mm langen Balken 9 von 14 Kindern die Ovale mit automatisierten Bewegungen. Bewegungen, die die Kriterien für automatisierte Bewegungen nicht erfüllten, lagen mit 2.6 Geschwindigkeitsinversionen bei 6mm und 4.8 Geschwindigkeitsinversionen bei 12mm nahe am Toleranzbereich. Trotz Größenvorgabe werden die Ovale also von allen Erwachsenen und den meisten Kindern mit automatisierten Schreibbewegungen produziert.

Abbildung 6:

Mittlere Anzahl der Geschwindigkeitsinversionen (NIV) bei der Produktion von Ovalen mit den Größenvorgaben 12 mm und 6 mm. Alle Erwachsenen erfüllen bei beiden Größen die Kriterien automatisierter Bewegungen mit nur einer Geschwindigkeitsinversion innerhalb einer Auf- oder Abbewegung. Die Hälfte der Kinder produziert bei der Vorgabe von 12 mm automatisierte Bewegungen. Die Bewegungen der meisten Kinder, die nicht automatisiert ausgeführt wurden, liegen nahe am Normbereich. Bei 6 mm erfüllen nur 2 Kinder die Kriterien automatisierter Bewegungen nicht. Auch diese liegen nahe am Normbereich.



10. Diskussion

Es ist das Ziel dieser Arbeit, anhand eines Vergleichs einfacher Schreibbewegungen bei routinierten Schreibern und Kindern zu Beginn des Schreibunterrichts (1. Grundschulklasse) zur kritischen Auseinandersetzung mit den Methoden des Erstschreibunterrichtes beizutragen. Dazu wurde untersucht, über welche Schreibkompetenzen Kinder bereits zu Beginn des Erstschreibunterrichtes verfügen und inwieweit sie diese im herkömmlichen Schreibunterricht einsetzen.

Zur kinematischen Analyse einfacher Schreibbewegungen mittels eines digitalen Schreibbrettes wurden die Bewegungen bei einfachen Abstrichen, Ovalen und einer den Ovalen ähnlichen Figur, der Buchstabenkombination „ll“ in Schreibschrift (Doppelschleifen), verglichen. Wie zu erwarten, führten alle Erwachsenen die geforderten Bewegungen automatisiert aus. Bei Abstrichen und bei Ovalen wurden die Bewegungen auch von den meisten Erstklässlern automatisiert ausgeführt. Dagegen konnte keines der Kinder die Doppelschleifen automatisiert produzieren. Diese Ergebnisse belegen, daß Grundschüler bereits zu Beginn des Deutschunterrichts über die Fähigkeit, ele-

mentare Schreibbewegungen automatisiert auszuführen, verfügen, diese aber beim Schreiben von Buchstaben nicht einsetzen.

Zum Erlernen der Schreibschrift (verbundene Schrift) gilt das Liniensystem als notwendige Hilfe, um Kindern die Anpassung ihrer Schrift an vorgegebene Größen zu ermöglichen. In der vorliegenden Studie konnte jedoch gezeigt werden, daß unter der Instruktion, Abstriche exakt zwischen zwei horizontale Linien zu plazieren, sowohl erwachsene, geübte Schreiber als auch Kinder der ersten Klasse nicht-automatisiert schreiben. Die Vorgabe von Begrenzungslinien führt also zu einer kontrollierten, nicht-automatisierten, Schreibweise. Da das Schreiben zwischen Linien offenbar kontrollierte Bewegungen provoziert, muß kritisch gefragt werden, ob der Schreibunterricht mit der Vorgabe von Begrenzungslinien und der Instruktion, diese genau zu beachten, günstige Bedingungen herstellt. Möglicherweise wird dadurch das eigentliche Ziel des Unterrichts, nämlich flüssiges, automatisiertes, Schreiben zu erzielen, nicht gefördert sondern eher behindert. Die Zulassung von Individualität bezüglich Schriftgröße und Buchstabengestalt dürfte den Erwerb einer flüssigen Handschrift erleichtern.

Auch die Argumentation der Verteidiger des Liniensystems, Linien seien eine notwendige Hilfe für Kinder, damit sie lernen, ihre Schrift an bestimmte Größen anzupassen (Bosch et al., 1981), wurde überprüft. Wenn nämlich neben verschiedenen langen vertikalen Balken Ovale in Größe der Balken produziert werden sollen, können Erwachsene und auch bereits Kinder Ovale angemessen skalieren, und dabei schreiben Erwachsene und sogar die meisten Kinder automatisiert.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie legen es nahe, daß es lohnend wäre, nach weiteren Schreibkompetenzen von Kindern zu Beginn des Erstschreibunterrichtes zu suchen und diese beim Schreibenlernen zu nutzen. Erleichterungen hinsichtlich des motorischen Schreibenlernens würden es nämlich den Kindern ermöglichen, mehr Aufmerksamkeit auf den Erwerb der sprachlichen Komplexität der Schriftsprache richten zu können.

Literatur

- Bosch E, Rabenstein R, Schorsch G (1981) Erhebungen zum Erstschreibunterricht nach dem Bayerischen Grundschullehrplan 1981. Bericht und Arbeiten aus dem Institut für Grundschulforschung, Band 1.
- Colla AM, Masulli F, Morasso P (eds.) (1997) IGS'97-Proceedings. Eighth Biennial Conference of the International Graphonomics Society. Genova.
- Faure C, Keuss P, Lorette G, Vinter A (eds.) (1994) Advances in handwriting and drawing: a multidisciplinary approach. Paris: Europa.
- Grünewald H (1970) Schrift als Bewegung. Studien zur Pädagogischen Psychologie. Herausgegeben von Deutschen Institut für Internationale Pädagogische Forschung. Band 7. Weinheim, Berlin, Basel: Beltz.
- Gärtner H, Heuß BE, Liedel M (1983) Ich lerne schreiben. Lehrerbegleitheft. München: Oldenbourg.

- Igl P (1998) Schriftspracherwerb im Spiegel der Lehrpläne. In: Einblicke in den Schriftspracherwerb. Hrsg.: Huber, Kegel, Speck-Hamdan.
- Krichbaum G (1985) Wie Kinder schreiben lernen. Ein pädagogisches Plädoyer für die Vereinfachte Ausgangsschrift. Heinsberg: Agentur Dieck.
- Lämmel A (1960) Natürliches Schreiben. Vom Spiel zur Handschrift. Bonn.
- Legrün A (1923) Zur Theorie des Schreibenlernens mit und ohne Hilfslinien. Quelle, 72, 621-644.
- Teulings HL, Thomassen AJWM (1979) Computer-aided analyses of handwriting movements. *Visible Language*, 13, 218-231.
- Mai N (1990) Die Kontrolle isometrischer Fingerkräfte bei Patienten mit erworbener Hirnschädigung. Habilitationsschrift an der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Mai N (1991) Warum wird Kindern das Schreiben schwer gemacht? Zur Analyse der Schreibbewegungen. *Psychologische Rundschau*, 42, 12-18.
- Mai N (1993) Differenzielle Ansätze zur Behandlung cerebraler Schreibstörungen. *Praxis Ergotherapie*, 2, 84-95.
- Mai N, Marquardt C (1993) CS Version 4.1. (1/93) Bedienungshandbuch Computer-unterstützte Analyse der Bewegungsabläufe beim Schreiben. München.
- Mai N, Marquardt C (1995a) Analyse und Therapie motorischer Schreibstörungen. *Psychologische Beiträge*, 37, 538-582.
- Mai N, Marquardt C (1995b) Schreibtraining in der neurologischen Rehabilitation. EKN - Materialien für die Rehabilitation. Borgmann publishing GmbH.
- Mai N, Marquardt C, Quenzel I (1997) Wie kann die Flüssigkeit von Schreibbewegungen gefördert werden. In: *Sprachen werden Schrift*. Hrsg.: H. Balhorn, H. Niemann. Libelle, S. 222 - 230.
- Marquardt C, Mai N (1994) A computational procedure for movement analysis in handwriting. *Journal of Neuroscience Methods*, 52, 39-45.
- Nottbusch G, Weingarten R, Will U (1999) Schreiben mit der Hand und Schreiben mit dem Computer. Erscheint in: *Osnabrücker Beiträge zur Sprachtherapie*.
- Quenzel I (1994) Kinematische Analysen einfacher Schreibbewegungen bei Kindern und Erwachsenen. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Fachbereich Psychologie, Universität Frankfurt am Main.
- Wann J, Kardirkamanathan M (1991) Variability in children's handwriting : Computer diagnosis of difficulties. In: *Development of Graphic Skills*. Edited by J. Wann, A.M. Wing, N. Socik. London Academic Press, pp 223-235.

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Psych. Irmina Quenzel

Neurologische Klinik Bad Aibling

Postanschrift: Eduard-Spranger-Straße 42, 80935 München

Prof. Dr. Dr. Norbert Mai

Universität München, Klinikum Großhadern, Neurologie

Marchioninstr. 15

81377 München